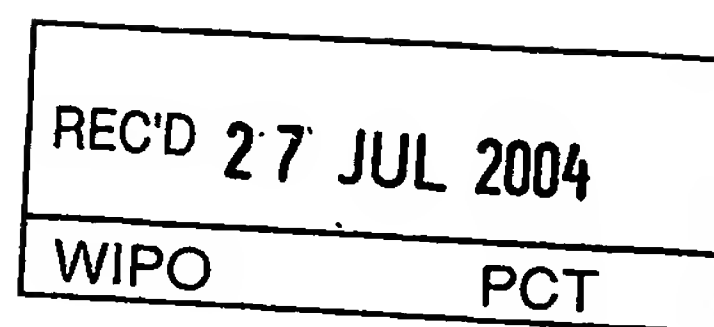


KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

PCT/NO 04 00177



Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*



20032775

▷ Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 2003.06.18

▷ *It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 2003.06.18*

2004.06.25

*Line Reum*

Line Reum  
Saksbehandler



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**PATENTSTYRET**  
Styret for det industrielle rettsvern

ADRESSE  
Postboks 8160 Dep.  
Københavnsgaten 10  
0403 Oslo

TELEFON  
22 38 73 00  
TELEFAKS  
22 38 73 01

BANKGIRO  
8276.01.00192  
FORETAKSNUMMER  
971526157

## Søknad om patent

03-06-18\*20032775

Skal utfylles av Patentstyret

Behandlende medlem **MO**  
Int. Cl.<sup>8</sup> **F16L**  
**Alm. tilgj. 20 DES 2004**

Søkers/fullmektigens referanse (angis hvis ønsket):  84790-EH	
Oppfinnelsens benevnelse:	Hydratpluggfjerning.
Hvis søknaden er en internasjonal søknad som videreføres etter patentlovens § 31:	Den Internasjonale søknads nummer ..... Den Internasjonale søknads inngivelsesdag .....
Søker: Navn, bopel og adresse. (Hvis patent søkes av flere: opplysning om hvem som skal være beremyndighet til å motta meddelelser fra Patentstyret på vegne av søkerne).  (Fortsett om nødvendig på neste side)	Statoil ASA 4035 Stavanger  <input type="checkbox"/> Søker er en enkeltperson eller en småbedrift, eller flere slike i fellesskap med fast ansatte som til- sammen utfører 20 årsverk eller mindre (på søknadstidspunktet). Det er søkers ansvar å krysse av her for å oppnå laveste satser for søknadsavgift. NB! se også utfyllende forklaring på siste side.
Oppfinner: Navn og (privat-) adresse (Fortsett om nødvendig på neste side)	Keijo J. Kinnari, Myklaberglia 24, 4050 Sola Kjell Morisbak Lund Atle Harald Børnes, Lillehatten 298, 5148 Fyllingsdalen Catherine Labes-Carrier
Fullmektig:	Tandbergs Patentkontor AS
Hvis søknad tidligere er inngitt i eller utenfor riket: (Fortsett om nødvendig på neste side)	Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. .... Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. .... Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. ....
Hvis avdelt søknad:  Hvis utskilt søknad:	Den opprinnelige søknads nr.: ..... og deres inngivelsesdag ..... Den opprinnelige søknads nr.: ..... begjært inngivelsesdag .....
Deponert kultur av mikroorganisme:	<input type="checkbox"/> Søknaden omfatter kultur av mikroorganisme. Oppgi også deponeringssted og nr. ....
Utlevering av prøve av kulturen:	<input type="checkbox"/> Prøve av den deponerte kultur av mikroorganisme skal bare utleveres til en særlig sakkyndig, jfr. patentlovens § 22 åttende ledd og patentforskriftenes § 38 første ledd
Angivelse av tegnings- figur som ønskes publisert sammen med sammendraget	Fig. nr. ....

84790-EH

Oppfinnelsens område

Den foreliggende oppfinnelse vedrører hydrat- og isfjerning fra rørledninger, især rørledninger som fører hydrokarboner, slik at strømmingen av hydrokarboner ikke blir  
5 blokkert. Nærmere bestemt vedrører oppfinnelsen en ny fremgangsmåte og et nytt system for fjerning av is eller hindring av isdannelse i en rørledning, slik at rørstrømning kan opprettholdes eller tilveiebringes med konvensjonelle metoder for hydrat- og isfjerning. Fremgangsmåten og systemet ifølge oppfinnelsen er særlig fordelaktig for rørledninger for hvilke det er vanskelig å benytte tradisjonelle metoder for pluggfjerning, slik som på  
10 dypt vann, og rørledninger som i liten grad er isolerte. Oppfinnelsen er også relevant for vannførende rørledninger, slik som ledninger for vanninjeksjon.

Oppfinnelsens bakgrunn og kjent teknikk

I forbindelse med transport av hydrokarboner gjennom rørledninger er det et kjent  
15 problem at strømmingen av hydrokarboner kan blokkeres av hydrater og/eller is, idet hele tverrsnittet kan blokkeres ved dannelse av såkalte hydratplugger og/eller isplugger. Den vanligst anvendte teknikk for å unngå tilplugging med hydrater og/eller is i rørledninger er å tilsette kjemikalier til hydrokarbonstrømmen, idet kjemikaliene skal påvirke likevektsbetingelsene til hydrater og/eller is. De mest brukte kjemikalier i så henseende er  
20 metanol og glykoler.

For å fjerne hydratplugger i rørledninger er det kjent å avlaste trykket, ettersom redusert trykk medfører at hydratsmeltetemperaturen senkes, slik at hydrater som er dannet kan smelte. Det er imidlertid kjent at trykkavlastningen må foregå med varsomhet ettersom is lett kan dannes ved nevnte trykkavlastning, slik at is istedenfor eller i tillegg  
25 til hydratene kan blokkere hydrokarbonstrømmen i rørledningen.

For å unngå de ovennevnte tilpluggingsproblemer med hydrater og is er det kjent å utøve såkalt direkte elektrisk oppvarming av rørledninger for å holde temperaturen over likevektstemperaturen for henholdsvis hydratdannelse og isdannelse, slik at hydrater og is kan unngås. Direkte elektrisk oppvarming (DEO) er basert på det grunnleggende prinsipp  
30 om at elektrisk strøm i en metallisk leder genererer varme som følge av ohmsk tap. Elektriske kabler er tilkoblet begge ender på rørledningen og slutter således en elektrisk krets med rørledningen. Ved fare for dannelse av hydrater og is settes DEO-systemet i drift, hvilket foregår ved at den elektriske krets rørledningen er en del av påtrykkes elektrisk vekselstrøm.

35 I norsk sektor i Nordsjøen er det blitt installert systemer for direkte elektrisk oppvarming på seks transportledninger (10", lengder 6,0 - 8,5 km) tilkoblet feltet Åsgard B og til kondensatrørledningen (8", lengde 16 km) mellom Huldra og Veslefrikk. I tillegg er det for Kristinfeltet blitt utviklet systemer for direkte elektrisk oppvarming på seks transportledninger (10", lengder 6,0 - 6,7 km). Alle systemene som er blitt installert har

kraftforsyning fra en plattform- infrastruktur nær rørledningssystemene. Systemene for direkte elektrisk oppvarming på Åsgard er blitt underkastet prøvedrift, men ingen driftserfaring er oppnådd så langt. Imidlertid ble systemene for direkte elektrisk oppvarming på Huldra satt i drift i 2002 og fungerer i henhold til design. Systemet for direkte elektrisk oppvarming på Kristin skal etter planen være i drift i år 2005.

Systemet for direkte elektrisk oppvarming på Huldra har en driftsspenning på 6,0 kV, og alle kablene er designet for en spenning  $U_0/U (U_M)$  på 12/20 (24) kV.

Det har imidlertid vist seg uforholdsmessig kostbart og omfattende å implementere direkte elektrisk oppvarming for rørledninger som befinner seg på stort dyp, eller har lav grad av termisk isolasjon, hvilket representerer et betydelig problem.

Det finnes derfor behov for en fremgangsmåte og et system for direkte elektrisk oppvarming med hvilke det ovennevnte problem i betydelig grad er redusert.

### Oppsummering av oppfinnelsen

Med den foreliggende oppfinnelse tilveiebringes en fremgangsmåte for direkte elektrisk oppvarming av en rørledning for å bidra til fjerning eller fravær av plugger av is og eventuelt hydrater, særpreget ved at oppvarmingen foretas til en temperatur over ismeltepunktet, men under hydratsmeltepunktet. Med den foreliggende oppfinnelse tilveiebringes det også et system som er særlig fordelaktig for utøvelse av fremgangsmåten, idet systemet er utformet og særpreget slik det fremgår av krav 3.

### Tegning

Den foreliggende oppfinnelse illustreres med en tegning, nærmere bestemt Figur 1 som viser et system for direkte elektrisk oppvarming i henhold til den foreliggende oppfinnelse.

### Detaljert beskrivelse

Det henvises til Figur 1 som illustrerer et generelt system for direkte elektrisk oppvarming i henhold til den foreliggende oppfinnelse. Nærmere bestemt er systemet implementert på en undervannsrørledning 1. Systemet omfatter et overflatefartøy 2, med kapasitet til håndtering av kabler og annet utstyr etter behov og levering av nødvendig kraft til den elektriske oppvarming. Ned fra overflatefartøyet 2 gjennom sjøen henger en stigekabel 3, som benyttes til å føre kraften mellom overflatefartøyet og undervannsrørledningen. I nedre ende av stigekabelen er det to koblinger 4 som kan kobles til eller fra under vann. Koblingene 4 er videre tilkoblet hver sin kabel 5 for direkte elektrisk oppvarming (DEO-kabel), hvilke DEO-kabler i den andre enden er koblet via en kobling 6 til rørledningen. En strømsløyfe dannes ved at strøm føres fra overflatefartøyet ned gjennom den ene del av stigekabelen 3, gjennom den ene undervannskobling 4, gjennom den ene DEO-kabel 5, gjennom koblingen 6 til rørledningen 1, gjennom



rørledningen distansen mellom de to koblinger 6, tilbake fra rørledningen gjennom den andre kobling 6 og gjennom den andre DEO-kabel, videre gjennom den andre undervannskobling og opp til overflatefartøyet gjennom den andre del av stigekabelen. Ved å føre strøm gjennom nevnte sløyfe oppnås det at rørledningen motstandsoppvarmes i seksjonen mellom koblingene 6. For oversiktens skyld er nummertall kun innført på den lengste DEO-kabelen 5 med kobling 6 til rørledningen.

Med hensyn til den direkte elektriske oppvarming i rørledningen er det fordelaktig med best mulig ytre termisk isolasjon på rørledningen, slik at varmetapet til omgivende sjø reduseres. Som indikert innledningsvis er direkte elektrisk oppvarming meget utstyrs- og kostnadskrevende, hvorfor den foreliggende oppfinnelse medfører betydelige besparelser. En kvantifisering av besparelsene må foretas i hvert enkelt tilfelle, på grunn av betydelige variasjoner i varmetap og nødvendige utstyrsinvesteringer. Den foreliggende oppfinnelse er tenkt utøvd sammen med kjemisk injeksjon og trykkavlastning. Verken kjemisk injeksjon eller trykkavlastning vil funksjonere dersom hydratplugger og/eller isplugger har lav eller ingen permeabilitet, hvorved den foreliggende oppfinnelse kommer til anvendelse. Trykkavlastning vil feile når trykket ikke kan avlastes til under likevektstrykket for hydratdannelse ved omgivelsestemperaturen, eller trykkavlastningen medfører dannelse av isplugger. Oppvarming av rørledningsinnholdet ved direkte elektrisk oppvarming til over ismeltepunktet vil avhjelpe situasjonen. Ettersom temperaturen økes smelter isen nærmest rørledningsveggen, permeabiliteten økes, slik at kjemisk injeksjon og trykkavlastning blir mulig. Det antas at det er tilstrekkelig at systemet for direkte elektrisk oppvarming kan smelte is i en tynn sone nærmest rørledningsveggen, slik at funksjonaliteten for kjemisk injeksjon og trykkavlastning gjenoppnås. Tykkelsen på nevnte sone vil være avhengig av smeltetiden. Det er ikke nødvendig å smelte hele ispluggen, ettersom det er tilstrekkelig å oppnå gjennomstrømning over pluggen. Et antatt passende dimensjoneringskriterium er at sonen har 5 mm tykkelse, imidlertid kan andre tykkelser også velges som dimensjoneringskriterium, og tidsperioden for smelting kan settes som et dimensjoneringskriterium.

Til forskjell fra tidligere systemer og fremgangsmåter er dimensjoneringen slik at kun en del av isen skal kunne smeltes, fordi dette er funnet å være tilstrekkelig til å få fjernet det resterende av isen og hydrater ved konvensjonelle teknikker slik som kjemisk injeksjon og trykkavlastning, i tillegg til at begynnende strømning vil medføre at isen og hydratene brytes opp og føres bort med strømningen.

Det er særlig i forbindelse med nedstengning av rørstrømningen at is- og hydratdannelse vil være et problem, fordi temperaturen vil synke til omgivelsestemperatur. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan fordelaktig utøves en tilstrekkelig lang tidsperiode før oppstart av rørstrømningen, eller den kan utøves under hele nedstengningsperioden slik at dannelse av is unngås. Fremgangsmåten omfatter

fordelaktig at oppvarmingen foretas slik at en sone av is med tykkelse minst 5 mm nærmest rørledningens indre vegg vil smelte, slik at permeabilitet gjennom rørledningen gjenopprettes eller opprettholdes, slik at kjemisk injeksjon og trykkavlastning blir anvendbare teknikker for pluggfjerning eller unngåelse av pluggdannelse av is og hydrater.

Systemet for direkte elektrisk oppvarming omfatter fordelaktig et fartøy med innretninger med kapasitet til levering av tilstrekkelig strøm og håndtering av stigekabelen for å strekke denne ned i sjøen til rørledningen for undervanns tilkobling til DEO-kabler som fordelaktig er forinstallert og koblet til rørledningen.

### Eksempel

På de 15 km nærmest feltet Ormen Lange i norsk sektor i Nordsjøen, med to 30" rørledninger, er normal omgivelsestemperatur  $-2^{\circ}\text{C}$  i årets kaldeste periode. For å kunne smelte et 5 mm tykt islag fra rørledningens indre vegg, må systemet og fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen ha følgende kapasitet:

Systemstrøm: 1700 A

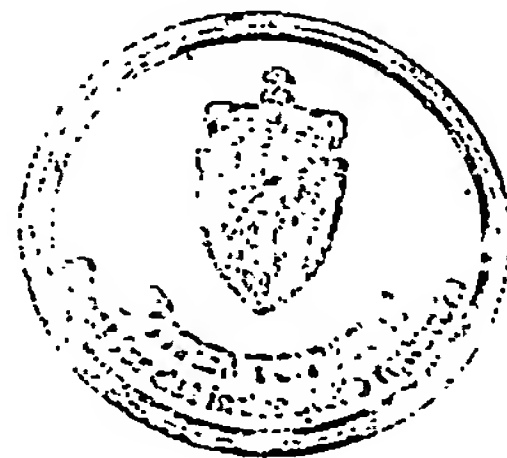
Forsyningsspenning: 8,5 kV

Kraftbehov: 3,9 MW

To kabledere for direkte elektrisk oppvarming (DEO-kabler), hver med tverrsnitt  $1000\text{ mm}^2$  er nødvendig.

En stigekabel (DEO-stigekabel) med ledertverrsnitt  $2 \times 1600\text{ mm}^2$  er estimert å være passende.

Med en beleggtykkelse på 8 mm på rørledningen på Ormen Lange, behøves en oppvarmingstid på 50 timer for å varme ispluggen fra  $-2^{\circ}\text{C}$  til  $1^{\circ}\text{C}$  og smelte det ytre 5 mm tykke lag, over lengden på 15 km, på en rørledning.



P a t e n t k r a v

- 5 1. Fremgangsmåte for direkte elektrisk oppvarming av en rørledning for å bidra til fjerning eller fravær av plugger av is og eventuelt hydrater, karakterisert ved at oppvarmingen foretas til en temperatur over ismeltepunktet, men under hydratsmeltepunktet.
- 10 2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at oppvarmingen foretas slik at en sone av is med tykkelse minst 5 mm nærmest rørledningens indre vegg vil smelte, slik at permeabilitet gjennom rørledningen gjenopprettes eller opprettholdes, slik at kjemisk injeksjon og trykkavlastning blir anvendbare teknikker for pluggfjerning eller unngåelse av  
15 pluggdannelse av is og hydrater.
3. System for direkte elektrisk oppvarming av en undervanns rørledning som fører hydrokarboner, hvilken rørledning kan tilstoppes med plugger av is og hydrater, hvilket system omfatter et fartøy eller en annen innretning med innretninger med kapasitet til  
20 levering av tilstrekkelig strøm, en stigekabel utstruktet for kontakt mellom fartøyet og rørledningen, to undervannskoblinger i stigekabelens nedre ende, to DEO-kabler tilkoblet hver sin undervannsskobling i den ene ende og rørledningen i den andre ende og utstrekt slik at en lengde av rørledningen ligger mellom, slik at en strømsløyfe kan dannes fra fartøyet ned gjennom stigekabelen, gjennom den første undervannsskobling og den første  
25 DEO-kabel og dennes kobling til rørledningen, gjennom lengden av rørledningen, og tilbake til fartøyet gjennom den andre kobling til den andre DEO-kabel, gjennom den andre DEO-kabel, den andre undervannsskobling og stigekabelen, karakterisert ved at systemet er dimensjonert slik at is som dannes kan smeltes i en sone på minst 5 mm fra rørledningens indre vegg, men systemet er ikke dimensjonert  
30 slik at hydrater som sådan kan smeltes.
4. System ifølge krav 3, karakterisert ved at fartøyet er utstyrt for å kunne strekke stigeledningen ned til rørledningen og få stigeledningen koblet til undervannskoblingene.



84790-EH

10  
11

PATENTSTYRET

03-06-18\*20032775

### Sammendrag

Fremgangsmåte og system for direkte elektrisk oppvarming av en rørledning for å bidra til fjerning eller fravær av plugger av is og eventuelt hydrater, særpreget ved at oppvarmingen foretas til en temperatur over ismeltepunktet, men under hydratsmeltepunktet.





1/1

11

PATENTSTYRET  
03-06-18\*20032775

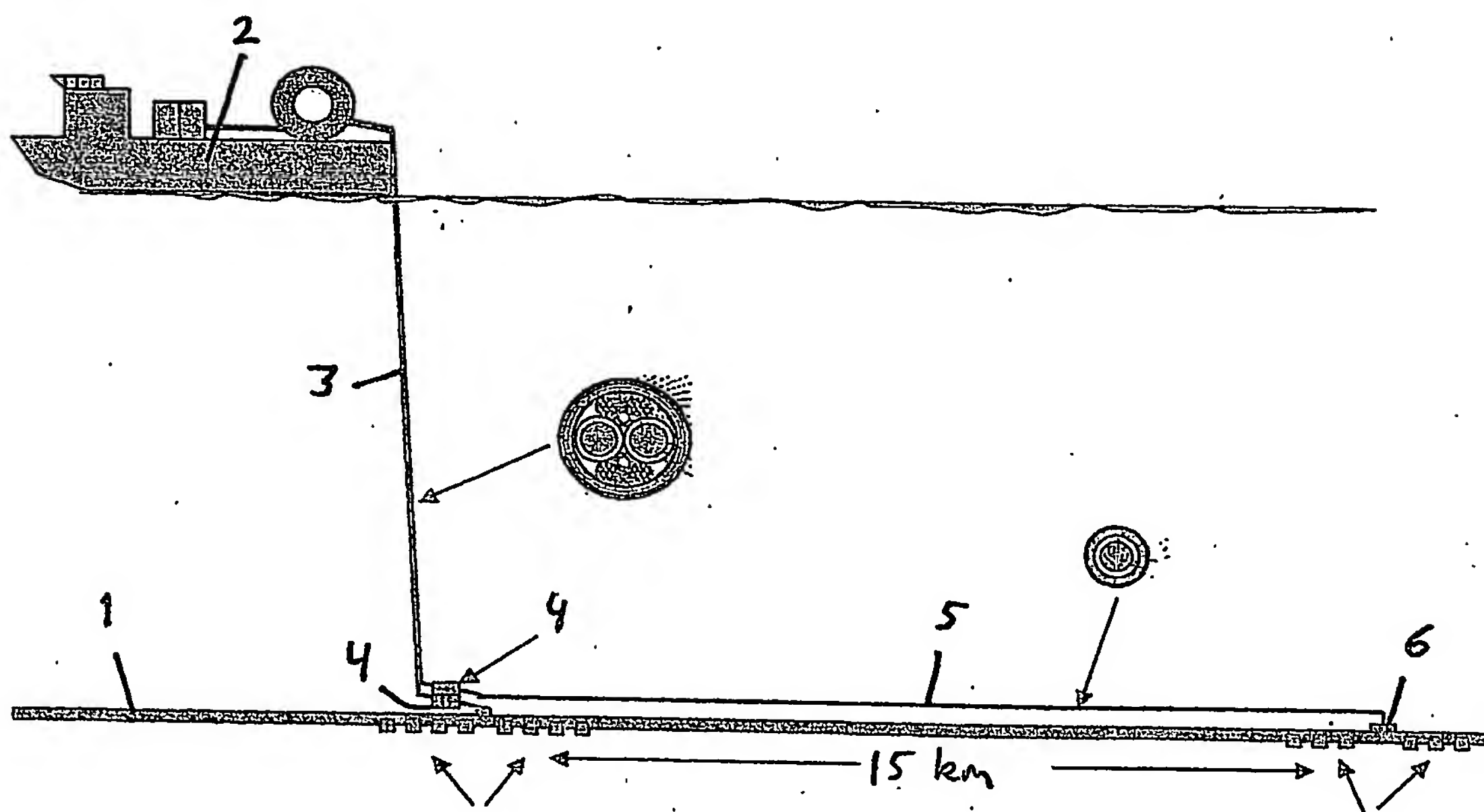


Fig. 1

